

## CURRENT RESONANCE SWITCHING POWER SUPPLY

**Publication number:** JP11332233

**Publication date:** 1999-11-30

**Inventor:** IMAMURA NORITOSHI; KOBORI KATSUMI

**Applicant:** SONY CORP

**Classification:**

- international: H02M3/28; H02M3/335; H02M3/24; (IPC1-7): H02M3/28; H02M3/335

- European: H02M3/335S2S

**Application number:** JP19980204769 19980721

**Priority number(s):** JP19980204769 19980721; JP19980067326 19980317

**Also published as:**

EP0944161 (A2)

US6130825 (A1)

EP0944161 (A3)

EP0944161 (B1)

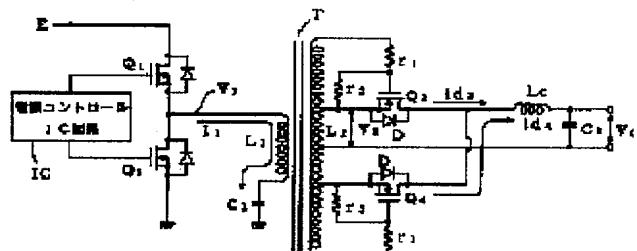
DE69909354T (T)

[Report a data error](#) [Help](#)

### Abstract of JP11332233

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the efficiency of a current resonance switching power supply.

**SOLUTION:** In a switching power supply, a resonance current flows to a primary coil L1 of a transformer and an alternate power is transferred to a secondary side by alternately turning on MOS transistors Q1 and Q2 . Then, with an alternate voltage being generated at a secondary coil L2 , a gate voltage is applied so that a MOS transistor Q3 and a MOS transistor Q4 conduct electricity while the polarity is positive due to a voltage in the secondary coil, and rectified currents id3 and id4 flow to a capacitor C0 via a choke coil Lc for synchronous rectification. When the voltage of a filter capacitor becomes higher than the alternate output voltage when inverted, an inverse current flows to the MOS transistors Q3 and Q4 . However, the inverse current is suppressed by the counterelectromotive force of the choke coil Lc, thus preventing the efficiency of the switching power supply from decreasing.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-332233

(43)公開日 平成11年(1999)11月30日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 0 2 M 3/28

識別記号

F I  
H 0 2 M 3/28

Q  
F  
F

3/335

3/335

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平10-204769

(22)出願日 平成10年(1998)7月21日

(31)優先権主張番号 特願平10-67326

(32)優先日 平10(1998)3月17日

(33)優先権主張国 日本 (JP)

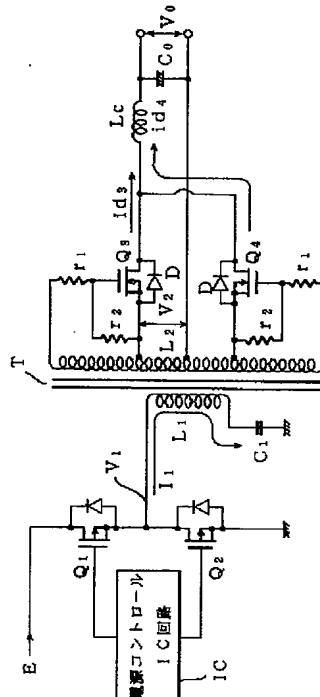
(71)出願人 000002185  
ソニー株式会社  
東京都品川区北品川6丁目7番35号  
(72)発明者 今村 典俊  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内  
(72)発明者 小堀 克己  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内  
(74)代理人 弁理士 脇 篤夫 (外1名)

(54)【発明の名称】 電流共振型スイッチング電源

(57)【要約】

【課題】 電流共振型スイッチング電源の効率を改善す  
る。

【解決手段】 スイッチング電源はMOSトランジスタ  
Q1、Q2が交互にオンとなることによって、トラン  
ジスタの1次巻線L<sub>1</sub>に共振電流が流れ、2次側に交番電力  
が転送される。そして、2次巻線L<sub>2</sub>に発生した交番電圧  
は、2次巻線を巻き上げた電圧によって、その極性が正  
の期間にそれぞれMOSトランジスタQ3、及びMOS  
トランジスタQ4が導通するようにゲート電圧が印加さ  
れ、コンデンサC<sub>0</sub>にはチョークコイルLcを介して整  
流電流i<sub>d3</sub>、i<sub>d4</sub>が流れ込み同期整流が行われる。  
反転時に平滑コンデンサの電圧が交番出力電圧より高  
くなると、MOSトランジスタQ3、Q4に逆電流が流れ  
るが、チョークコイルLcの逆起電力によって反転時の  
逆電流が抑圧され、スイッチング電源の効率が低下す  
ることを防止することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 直流電圧に対してハーフブリッジ接続されたスイッチング素子を交互に断続する駆動回路と、前記スイッチング素子の接続点から共振コンデンサを介して絶縁トランスの1次側に交番電圧を印加し、上記絶縁トランスの2次巻線から所定の交番電圧が得られるようにした電流共振型スイッチング電源において、前記2次巻線の出力側に交互にオンとなるようなタイミングで制御される一対のMOSトランジスタを設け、前記一対のMOSトランジスタで整流された整流電流をチョークコイルを介して平滑コンデンサに充電するように構成したことを特徴とする電流共振型スイッチング電源。

【請求項2】 上記一対のMOSトランジスタは上記2次巻線と絶縁されている第3の巻線からの電圧によって駆動されることを特徴とする請求項1に記載の電流共振型スイッチング電源。

【請求項3】 上記スイッチング素子はMOSトランジスタによって構成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の電流共振型スイッチング電源。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はスイッチング電源回路に係わり、特に電流共振型スイッチング電源において2次側に得られる出力電圧を同期整流方式とする際に有用なスイッチング電源に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、地球環境の省エネルギー化とともに各種のスイッチング電源の一層の高効率化と低ノイズ化が求められている。特に、コンピュータ、通信機器等の電源回路としては低電圧出力においても高い効率を維持し、かつノイズの少ないdc-dcコンバータが要求されている。

【0003】ところで、一般的には低電圧出力になると、同一の消費電力を有する場合は出力電流が大電流化することになり、dc-dcコンバータの場合は2次側の整流ダイオードによる抵抗損失が大きな電力損失を示すようになる。そこで、比較的ノイズが少なくかつ高効率とされている電流共振型スイッチング電源と、2次側の出力を低オン抵抗となるようなトランジスタを同期整流方式で駆動して直流出力電圧を得ることが考えられている。

【0004】図4はこのような組み合わせからなるスイッチング電源回路の一例を示したものであって、Q1、Q2は直列接続されているMOSFETからなるスイッチング素子、Tは1次側のスイッチング電力を2次側に転送する絶縁トランスである。ICは前記スイッチング素子Q1、Q2を交互に開閉するための電源コントロール回路を示し、通常は図示されていない電圧検出手段によって出力電圧V<sub>0</sub>と基準電圧を比較しながら、スイッ

チング素子のスイッチング周波数を可変できるように構成し、出力電圧V<sub>0</sub>を定電圧化することができるよう制御するものである。

【0005】スイッチング素子Q1、Q2の出力は絶縁トランスTの1次巻線L<sub>1</sub>と共振コンデンサC<sub>1</sub>に供給されている。そして、スイッチング素子Q1、Q2が交互に開閉すると、トランスTのリーケージインダクタンスと共に共振する共振コンデンサC<sub>1</sub>を充放電する電流によってトランスの1次巻線L<sub>1</sub>がドライブされ、図5のように1次巻線L<sub>1</sub>に印加されている電圧V<sub>1</sub>が2次巻線L<sub>2</sub>にV<sub>2</sub>として誘起され、通常のdc-dcコンバータの場合は1組の整流用のダイオードによって全波整流が行われる。

【0006】しかしながら、出力電圧が低い場合は比較的オン抵抗の高い整流ダイオードによる損失がかなり大きいものになるため、図4に示されているように整流ダイオードに変えてNチャンネルのMOSトランジスタQ3、Q4を使用して同期方式で全波整流を行い平滑コンデンサC<sub>0</sub>から直流電圧V<sub>0</sub>を出力する回路を構成することが知られている。

【0007】この図4の回路の場合は、平滑コンデンサC<sub>0</sub>にMOSトランジスタQ3、Q4を介して低抵抗で全波整流電圧が充電されるので比較的低電圧の直流電圧V<sub>0</sub>を効率的に出力することができる。なお、DはMOSトランジスタQ3、MOSトランジスタQ4の構造から形成されている寄生ダイオードを示している。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】スイッチング素子をハーフ接続した電流共振型のスイッチング電源は、ターンオン時は零電流スイッチングであり、ターンオフ時には電流共振になるため、本質的に低ノイズであり、またスイッチング周波数を変えることによって2次側の出力電圧V<sub>0</sub>を広く可変できるという特徴があるが、広いレギュレーション範囲を確保するためには全期間で、2次側に電力を伝達する整流電流連続モードと2次側に電力を供給しない期間を有する2次側整流不連続モードを持つ。

【0009】ところで、定電圧制御等によってスイッチング周波数が共振周波数に比較して低くなると、前記したように2次側整流不連続モードとなり、この場合はスイッチングの1周期の間で図5に示すように2次側の平滑コンデンサが充電されない期間t<sub>1</sub>を生じ、この期間t<sub>1</sub>には出力電圧V<sub>0</sub>がトランスの2次電圧V<sub>2</sub>より高くなる。通常のダイオードによる整流の場合はこのような不連続モードでもダイオードによって逆電流が阻止されるので問題にならないが、MOSFETトランジスタの場合は逆方向にも電流が流れるので、この期間がオンとなるように制御されていると、図5に示すように期間t<sub>1</sub>の間に負方向の逆方向の電流i<sub>d1</sub>、およびi<sub>d2</sub>が、それぞれ同期整流型のMOSトランジスタQ3、Q

4に流れる。そして、この負方向に流れる逆電流  $i_{d4}$  によってMOSトランジスタQ3, Q4が発熱したり1次側スイッチング損失が発生するという問題が生じる。

【0010】そこで、トランスTの出力電圧や電流を検出してMOSトランジスタQ3, Q4を制御する論理回路を組み込み、適切なタイミングでMOSFETトランジスタQ3, Q4を導通するようにコントロール回路IC1, IC2を設けることが考えられているが、このようなコントロール回路IC1, IC2は別個に調達する必要があるためコストアップとなると共に、回路構成を複雑にするという問題がある。また、コンデンサC0を充電する充電期間が短くなると、この期間に充電される電流のピーク値が高くなり、導通角が狭くなることによってスイッチング電源の効率が劣化するという問題があった。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明のスイッチング電源はこのような問題点を軽減するためになされたものであって、直流電圧に対してハーフブリッジ接続されたスイッチング素子を交互に断続する駆動回路と、前記スイッチング素子の接続点から共振コンデンサを介して絶縁トランスの1次側に交番電圧を印加し、上記絶縁トランスの2次巻線から所定の交番電圧が得られるようにした電流共振型スイッチング電源において、前記2次巻線の出力側に交互にオンとなるようにタイミングで制御される同期整流型MOSトランジスタを設け、前記同期整流型MOSトランジスタで整流された整流電流をチョークコイルを介して平滑コンデンサに充電するように構成したものである。なお、上記MOSトランジスタを駆動する電圧を供給するための巻線は、電力を出力する2次巻線と別個に設定することもできる。

【0012】平滑コンデンサを充電する同期整流型のMOSトランジスタから出力される全波整流電流は、チョークコイルを介して平滑コンデンサを充電するようにしているので、整流電流が1周期の間に連続していない不連続モードの時でも、MOSトランジスタを介して逆方向に流れる逆電流をチョークコイルの逆起電圧によって阻止することができる。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】図1は本発明の実施例を示す電流共振型スイッチング電源回路であって、前記した図4に示すように、Eは供給電源、Q1, Q2はハーフブリッジ接続のスイッチング回路を形成するスイッチング素子であり、MOSトランジスタによって構成されている。そして、そのスイッチング出力はドライブトランスTの1次巻線L<sub>1</sub>、共振コンデンサC<sub>1</sub>を介して供給電源Eの接地端子に接続されている。

【0014】また、絶縁トランスTの2次巻線L<sub>2</sub>に誘起される誘起電圧が同期整流型のMOSトランジスタQ3, Q4、およびチョークコイルL<sub>c</sub>を介して平滑コン

デンサC<sub>0</sub>を充電するように全波整流回路を構成している。このスイッチング電源の場合はMOSトランジスタQ3, Q4をドライブするために2次巻線L<sub>2</sub>の両端を巻き上げ、アース点を中心としてMOSトランジスタQ3, Q4を2次巻線の誘起電圧の極性に応じて導通するように「巻線電圧検出方式」で制御している。

【0015】なお、ICはスイッチング素子Q1, Q2をドライブするための制御用IC回路であり、このIC回路は通常は出力電圧V<sub>0</sub>を一定の電圧に維持するようにスイッチング周波数を制御すると共に、スイッチング電源の異常な温度上昇等を検知してスイッチング動作を停止させる保護機能を持つことができるようになっている。また抵抗r<sub>1</sub>, r<sub>2</sub>はゲート容量に対して適当な時定数をもたせ、トランジスタのオンタイミングを設定する作用を有する。

【0016】以下、このスイッチング電源の動作を簡単に説明すると、供給電源Eが印加されると、例えばMOSトランジスタQ1がオン、MOSトランジスタQ2がオフとなるように駆動される。そして、このときに供給電源EからMOSトランジスタQ1、トランスの1次巻線L<sub>1</sub>を介して、共振コンデンサC<sub>1</sub>が充電される。次に、1次側の共振周期に対応してMOSトランジスタQ1がオフ、MOSトランジスタQ2がオンとなるように駆動することにより、トランスの1次巻線L<sub>1</sub>に共振コンデンサC<sub>1</sub>の共振電流が流れ、2次側に交番電力が転送される。

【0017】2次巻線L<sub>2</sub>に発生した交番電圧は、2次巻線を巻き上げた電圧によって、例えばその極性が正となる期間にそれぞれMOSトランジスタQ3、及びMOSトランジスタQ4が導通するようにゲート電圧が印加され、コンデンサC<sub>0</sub>にはチョークコイルL<sub>c</sub>を介して整流電流i<sub>d3</sub>, i<sub>d4</sub>が流れ込み全波整流が行われる。なお、DはMOSトランジスタQ3, Q4に寄生するダイオードであり、MOSトランジスタのゲート電圧がしきい値に達しない期間に電流を流すことができるが、外部から接続されるものであっても良い。

【0018】ところで、例えば負荷が変動して出力電圧が変化すると、定電圧制御によってスイッチング周波数が共振周波数より低くなるように制御され、前記図5に示したように不連続な整流モードとなって逆電流が発生する。しかし、本発明の場合は、図2のスイッチング波形に示すように、1次側の電圧V<sub>1</sub>に対して2次側に誘起される電圧はV<sub>2</sub>のようになり、1次側の電流I<sub>1</sub>はチョークコイルL<sub>c</sub>によってピーク値が抑圧された波形となる。前記図5のt<sub>1</sub>の期間は、1次側のスイッチング素子が反転していないにも関わらず2次側の平滑コンデンサに流れる充電電流が途絶える不連続期間になり、この期間にはMOSトランジスタQ3がまだオンに駆動されているため、電流がMOSトランジスタQ3を逆方向に流れようとする。

【0019】しかしながら、本発明の場合は図2のようにa点においてトランスが磁気的に反転し、MOSトランジスタQ4に電流*i d 4*が流れ始めるが、このときにチョークコイルの逆起電力によってMOSトランジスタQ3にも電流*i d 3*が流れ続け、この電流が零になったc点でMOSトランジスタQ4のみに電流*i d 4*が流れる状態になる。すなわち、期間t2にはトランスの出力電圧とチョークコイルのインダクタによる逆起電力がバランスし、電流を連続した方向に流すことになる。

【0020】従って、MOSトランジスタQ3、Q4には電流が零ポイントまで連続的に流れ零電流となったC点ではトランスがすでに反転していることによって逆電流が流れることはない。図中b点ではMOSトランジスタQ3、Q4の関係が逆になり電流が流れることになる。

【0021】このように、本発明ではチョークコイルLcに逆起電力が発生し、MOSトランジスタQ3に今まで流れていた電流*i d 3*は徐々に減衰すると共に、MOSトランジスタQ4を介して電流*i d 4*が流れる方向に駆動され、不連続期間となる期間t2の終了時点でチョークコイルLcに流れる電流が電流*i d 3*から*i d 4*に完全に変換され、逆電流が生じないようにすることができる。

【0022】以上説明したように、チョークコイルLcのインダクタンスを適切に定めると、本発明では逆電流が流れることないようにできるから、同期整流型のMOSトランジスタのドライブは最も簡単な巻線電圧検出方式で行うことができる。さらに平滑部にインダクタンスが挿入されることによって同期整流素子に流れる電流の流通角が広がり、そのピーク値も抑圧されることになる。したがって、これによって力率が改善され、半導体やトランス、及び平滑用コンデンサによる損失を大幅に改善することができる。

【0023】図3は本発明の他の実施例を示したものであって、図1と同一部分は同一の符号としている。この実施例の場合はMOSトランジスタQ3、Q4をドライブする電圧を出力するために2次巻線と絶縁された独立の3次巻線L3を設け、この3次巻線によって同期整流型のMOSトランジスタQ3、Q4を駆動するようにしたものである。又、MOSトランジスタQ3、Q4はソース側を接地(GND)とするように接続され、ゲートドライブを容易にすることができます。

#### 【0024】

【発明の効果】以上説明したように本発明の電流共振型スイッチング電源は、特にハーフブリッジ型の電流共振型スイッチング電源に同期整流型の整流素子を適応する際に、同期整流素子に逆電流を流さないようにすることが簡単な回路によって出来ると共に、挿入されたインダクタンスによって整流電流のピーク値が抑圧されるので整流電流の流通角が広くなり、力率の改善を図ることができるという利点もある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のスイッチング電源回路の実施例を示す回路図である。

【図2】図1においてスイッチング動作時の各部の信号の波形図を示す。

【図3】本発明の他の実施例を示す回路図である。

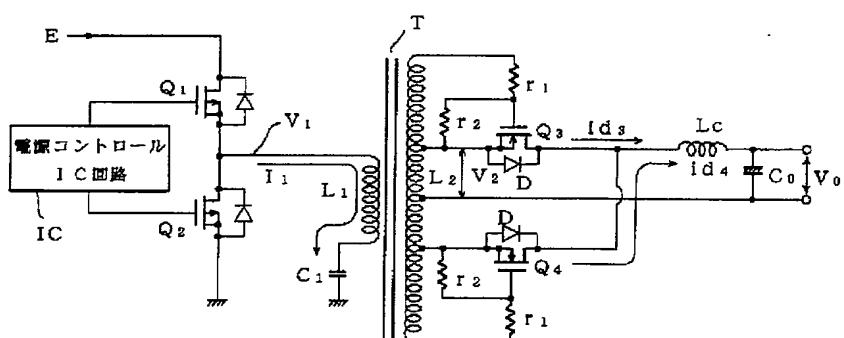
【図4】電流共振型スイッチング電源に同期整流方式を採用したときの説明回路図である。

【図5】同期整流時に発生する逆電流の説明波形図である。

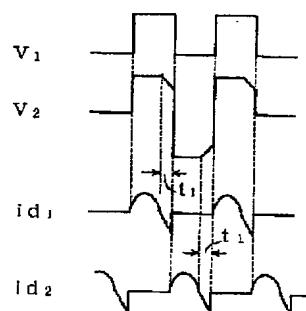
#### 【符号の説明】

Q1, Q2 スイッチング素子、T 絶縁トランス、C<sub>1</sub> 共振コンデンサ、C<sub>0</sub> 平滑コンデンサ、L<sub>1</sub> 1次巻線、L<sub>2</sub> 2次巻線、Q3, Q4 同期整流用のMOSトランジスタ

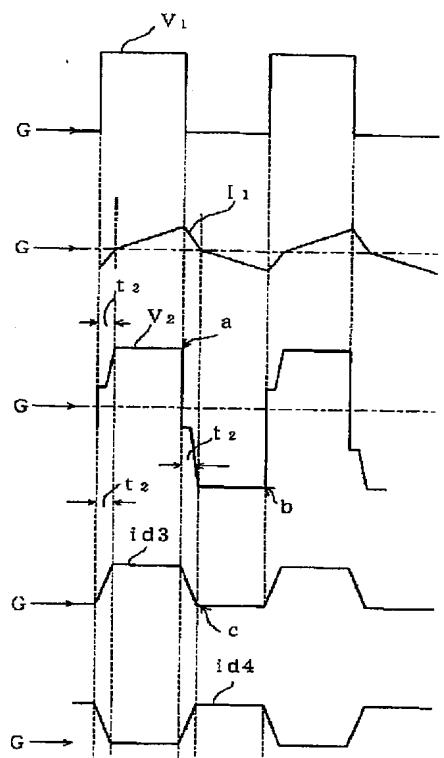
【図1】



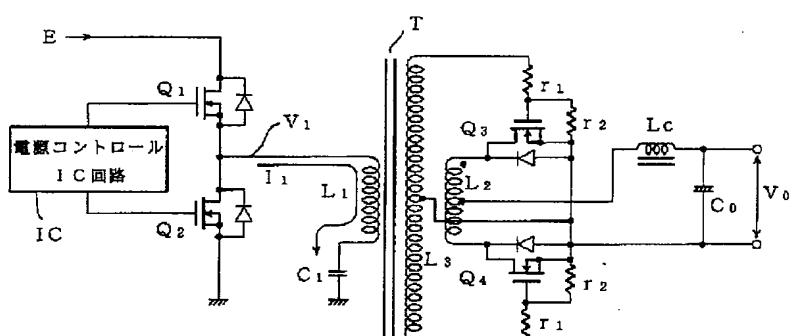
【図5】



【図2】



【図3】



【図4】

